

DIALOG(R)File 345:Inpadoc/Fam.& Legal Stat

(c) 2003 EPO. All rts. reserv.

9865441

Basic Patent (No,Kind,Date): GB 9101619 A0 910306 <No. of Patents: 005>

RF PLASMA CVD APPARATUS AND THIN FILM FORMING METHOD USING THE  
APPARATUS (English)

Patent Assignee: FUJI ELECTRIC CO LTD; FUJITSU LTD

Language of Document: English

Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applic No	Kind	Date
DE 4102198	A1	910808	DE 4102198	A	910125
GB 9101619	A0	910306	GB 911619	A	910124 (BASIC)
GB 2241250	A1	910828	GB 911619	A	910124
<b>JP 4211115</b>	A2	920803	JP 912908	A	910116
KR 9400909	B1	940204	KR 911226	A	910125

Priority Data (No,Kind,Date):

JP 9017068 A 900126

JP 9017068 A1 900126

DIALOG(R)File 347:JAPIO

(c) 2003 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

03846015     \*\*Image available\*\*

RF PLASMA CVD APPARATUS AND THIN FILM FORMING METHOD

PUB. NO.:     04-211115 [JP 4211115 A]

PUBLISHED:     August 03, 1992 (19920803)

INVENTOR(s):   TOKI MASAHIKO  
                 KOGUCHI MAKOTO  
                 SUZUKI SHIGERU

APPLICANT(s): FUJITSU LTD [000522] (A Japanese Company or Corporation), JP  
                 (Japan)

                 FUJI ELECTRIC CO LTD [000523] (A Japanese Company or  
                 Corporation), JP (Japan)

APPL. NO.:     03-002908 [JP 912908]

FILED:         January 16, 1991 (19910116)

INTL CLASS:     [5] H01L-021/205; C23C-016/50; H01L-021/31

JAPIO CLASS:   42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components); 12.6 (METALS --  
                 Surface Treatment)

JAPIO KEYWORD: R004 (PLASMA)

JOURNAL:        Section: E, Section No. 1293, Vol. 16, No. 554, Pg. 82,  
                 November 25, 1992 (19921125)

#### ABSTRACT

**PURPOSE:** To increase filming rate and to make uniform the thickness and the quality of film by forming a uniform and stabilized plasma with high density in a space between a substrate constituting a ground electrode and a shower supply face of an RF electrode being fed with high frequency power from the RF electrode.

**CONSTITUTION:** Diameter of many holes 52, made through a shower supply face 51, is set 0.4 times or less of the interval between a substrate and the shower supply face 51 and 0.75 times or less than the interval between the centers of the holes thus constituting an electrode for forming an uniform and stabilized glow discharge. Gas pressure is increased by decreasing the opposing interval of electrode thus increasing the density of plasma for same RF power supply while furthermore active species, including neutral active species, are distributed uniformly thus obtaining an RF plasma CVD apparatus for increasing the filming rate with improved uniformity in film thickness and film quality. When a film is formed on the substrate, electrode interval is set such that the density of plasma is increased and all active species are distributed uniformly and the pressure of filming gas is set at a level for causing inter-electrode discharge thus increasing the density of plasma.

(19) 日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平4-211115

(43) 公開日 平成4年(1992)8月3日

(51) Int.Cl. <sup>8</sup>	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/205		7739-4M		
C 2 3 C 16/50		7325-4K		
H 0 1 L 21/31	C	8518-4M		

審査請求 未請求 請求項の数4(全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平3-2908

(22) 出願日 平成3年(1991)1月16日

(31) 優先権主張番号 特願平2-17068

(32) 優先日 平2(1990)1月26日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

(71) 出願人 000005234

富士電機株式会社

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

(72) 発明者 土岐 雅彦

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地

富士通株式会社内

(72) 発明者 虎口 信

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内

(74) 代理人 井理士 山口 巖

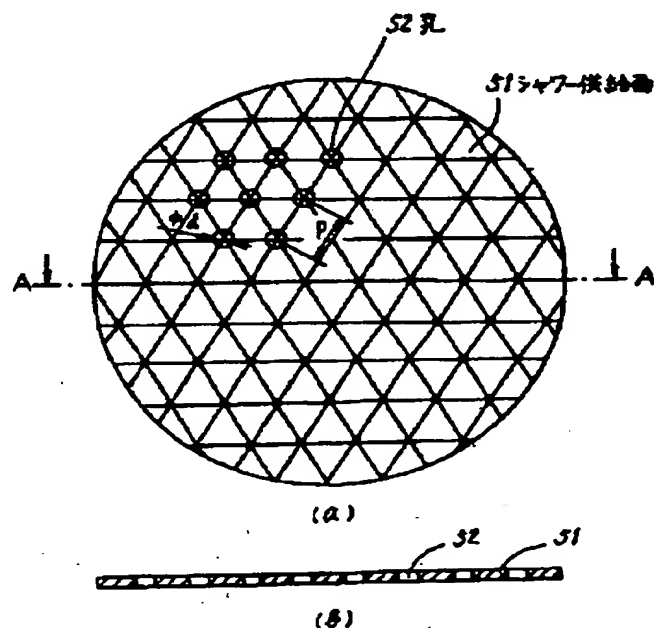
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 RFプラズマCVD装置ならびに該装置による薄膜形成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【目的】 接地電極を構成する基板と、RF電源から高周波電力を供給されるRF電極のシャワー供給面との対向空間に高密度の均一で安定したプラズマを形成し、成膜速度をあげかつ膜厚、膜質を均一化する。

【構成】 シャワー供給面51の多数の孔52の直径を、基板とシャワー供給面51との対向間隔の0.4倍以下、孔相互の中心間隔の0.75倍以下として、均一で安定したグロー放電が形成される電極構成とし、これにより、電極の対向間隔を小さくしてガス圧を高くし、同一RF電源のもとでプラズマ密度を高くするとともに中性活性種を含む活性種の分布を均一化して、成膜速度と膜厚、膜質の均一性を向上させることのできる装置とする。基板への薄膜形成時には、電極間隔を、プラズマ密度が従来より大きくなり、かつすべての活性種が均一に分布するような小さい値とし、かつ成膜用ガスの圧力を、電極間放電が可能な圧力としてプラズマ密度をあげる。



(2)

2

(2)

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空容器内に、ヒータを内蔵しその平坦な上面に被成膜基板が載置される基板台と、該基板台に対向する対向面が成膜用ガスを対向空間にシャワーとして供給するための多数の孔を備えたシャワー供給面として形成されたRF電極とを備えてなるRFプラズマCVD装置において、前記シャワー供給面の孔の直径が基板台に載置された被成膜基板とシャワー供給面との対向間隔の0.4倍以下に、かつ孔相互の中心間隔の0.75倍以下となるように形成されていることを特徴とするRFプラズマCVD装置。

【請求項2】 請求項第1項に記載のRFプラズマCVD装置において、被成膜基板とRF電極のシャワー供給面との対向間隔を20mm以下としたことを特徴とするRFプラズマCVD装置。

【請求項3】 請求項第1項に記載のRFプラズマCVD装置において、RF電極のシャワー供給面に形成される孔が、該シャワー供給面上で、共通点を通る、方向が60°ずつずれた3本の直線をそれぞれ含む3組の等間隔平行線群が形成する多数の最小正三角形のそれぞれ頂点位置に形成されることを特徴とするRFプラズマCVD装置。

【請求項4】 請求項第1項ないし第3項いずれかに記載の装置を用い、成膜用ガスの圧力を、RF電極に供給されるRF電圧のもとで放電可能な圧力として基板上に薄膜を形成することを特徴とする薄膜形成方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、半導体製造工程における一連の工程中、基板表面に薄膜を形成する工程で用いられるRFプラズマCVD装置として、真空容器内に、ヒータを内蔵しその平坦な上面に被成膜基板が載置される基板台と、該基板台に対向する対向面が成膜用ガスを対向空間にシャワーとして供給するための多数の孔を備えたシャワー供給面として形成されたRF電極とを備えてなるRFプラズマCVD装置の、特に、成膜速度の向上と膜厚、膜質の均一化とを旨とした装置構成と、この装置を用いて基板表面に薄膜を形成する際の薄膜形成方法とに関する。

## 【0002】

【従来の技術】 従来、この種のRFプラズマCVD装置においては、ヒータを内蔵した基板台に載置されて接地電極を構成する被成膜基板と、この基板に対向するRF電極のシャワー供給面との対向間隔を20～40mm、これらの電極を収容する真空容器内のガス圧力を数10rrとしてRF電極にRF電圧を印加し、両電極間に均一で安定したグロー放電を発生させるとともにRF電極のシャワー供給面から成膜用ガスを基板の被成膜面全面に一樣に供給しつつ、一方で真空排気系により真空容器内のガスを排気しつつ真空容器内ガス圧を一定に保って均一な

膜厚、膜質の薄膜形成を行っている。なお、均一な膜厚を得るために均一なガス流を基板面にもたすための孔の配置の一例が、特開平1-149964号公報に開示されている。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】 従来のRFプラズマCVD装置においては、電極間に均一で安定したグロー放電を発生させるために、接地電極となる加熱された基板とRF電極のシャワー供給面との対向間隔（以下電極間隔ともいう）を20～40mmに取り、ガス圧力を数10rrと低く押さえている。このため、グロー放電によって得られるプラズマの密度が小さく、成膜に寄与する活性種の密度が小さい。このため、成膜速度が小さく、装置の生産性が低いという問題があった。また、電極間隔が大きいため、シャワー供給面から基板へ向かうガス流の中で電界の拘束を受けない中性活性種の分布が形成されやすくなり、基板が大面积化すると膜厚および膜質の均一性が低くなるという問題があった。

【0004】 この発明の目的は、同一のRF電源を用いてRF電極と接地電極との対向空間に高密度の均一なプラズマを安定に得ることができ、かつ活性種が均一に分布するRFプラズマCVD装置の電極構成と、この装置による被成膜基板への薄膜形成時に、成膜速度を高めることができ、かつ大面积基板への成膜時にも膜厚および膜質の均一性が得られる薄膜形成方法とを提供することである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】 上記課題を解決するために、この発明においては、真空容器内に、ヒータを内蔵しその平坦な上面に被成膜基板が載置される基板台と、該基板台に対向する対向面が成膜用ガスを対向空間にシャワーとして供給するための多数の孔を備えたシャワー供給面として形成されたRF電極とを備えてなるRFプラズマCVD装置を、前記シャワー供給面の孔の直径が基板台に載置された被成膜基板とシャワー供給面との対向間隔の0.4倍以下に、かつ孔相互の中心間隔の0.75倍以下となるように形成されている装置とするものとする。

【0006】 そして、シャワー供給面の孔の直径がこのように形成されるRFプラズマCVD装置において、被成膜基板とRF電極のシャワー供給面との間隔を20mm以下とすればさらに好適である。

【0007】 また、シャワー供給面に形成される孔は、該シャワー供給面上で、共通点を通る、方向が60°ずつずれた3本の直線をそれぞれ含む3組の等間隔平行線群が形成する多数の最小正三角形のそれぞれ頂点位置に形成すれば好適である。

【0008】 そして、被成膜基板への薄膜形成に際し、RF電極のシャワー供給面の孔の直径と、シャワー供給面と被成膜基板との対向間隔および孔相互の中心間隔と

の関係が上述のように設定された装置において、成膜用ガスの圧力を、RF電極に供給されるRF電圧のもとで放電可能な圧力として基板上に薄膜を形成する薄膜形成方法をとるものとする。

#### 【0009】

【作用】同一のRF電源を用いて高密度のプラズマを得るためには、成膜用ガスの圧力をあげ、電極間隔を小さくして均一で安定したグロー放電を発生させる必要がある。発明者の実験によれば、高ガス圧すなわち低真空度、短ギャップにて均一で安定したグロー放電を発生させるためには、電極、とくに陰極面の凹凸を無くして平坦化し、放電集中の誘発を避けることが非常に重要であることが分かった。すなわち、シャワー供給面の孔は電極面の凹凸に相当することから、その大きさと電極間隔および孔相互の中心間隔との間に一定の関係が成り立つときにのみ安定なグロー放電が得られる。すなわち、孔の大きさ（直径）が電極間隔Dと対比して大きくなると、孔の周縁部の電界強度Eが平均電界強度 $E = V/D$ （V：被成膜基板とRF電極との間に印加されている電圧）に対して異常に大きくなり、均一なグロー放電が得られなくなる。また、孔相互の中心間隔すなわちピッチpが孔の直径dに近づくと、孔と孔との間の部分が突起電極として作用するようになるため、この部分に電界が集中し、フィラメント状アークの形成に到り、均一なグロー放電が得られない。均一なグロー放電が得られるのは、孔の直径d、被成膜基板とシャワー供給面との間隔D、孔のピッチpとの間に、

$$d < 0.4 \times D$$

$$d < 0.75 \times p$$

の関係が成り立つときのみであることが実験により確認された。従って、この関係が保たれるように電極系を構成することにより、電極間に均一で安定したグロー放電を発生させることができ、同一のRF電源のもとでガス圧をあげ電極間隔を小さくして高密度の均一なプラズマを安定に得ることができる。

【0010】この場合、実施例の項で詳細を説明するように、電極間隔Dを、従来の20～40mmから20mm以下とすることにより、同一ガス圧力でもプラズマ密度が顕著に大きくなる。そして、このようにして得られた高密度プラズマ中の中性活性種は、電極間隔が小さいためにその分布を形成する機会が与えられず、すべての活性種が均一に分布し、大面積基板に対しても膜厚、膜質ともに均一な薄膜形成が可能になる。

【0011】また、シャワー供給面に形成される孔を、該シャワー供給面上で共通点を通る、方向が60°ずつずれた3本の直線をそれぞれ含む3組の等間隔平行線群が形成する多数の最小正三角形のそれぞれ頂点位置に形成すれば、面積が一定のシャワー供給面上に、孔の最小ピッチが一定の場合、最も多くの孔を形成することができ、かつガス流が均一化される。また、これにより、所

定のガス流を得るのに孔径を小さくすることができるから、均一なグロー放電が得られる電極間隔を小さくすることができ、これによりプラズマ密度をさらに上げることができる。

【0012】以上のことから、被成膜基板への成膜時に、電極間隔を上述の孔径の条件が保たれる範囲内の可及的小さい値に保ち、かつ成膜用ガスの圧力を、RF電極に供給されるRF電圧のもとで放電可能な圧力として基板上に薄膜を形成する薄膜形成方法をとることにより、プラズマ形成空間（電極の対向空間）のプラズマ密度を高めることができ、成膜速度が高められる。しかも、このようにして得られた高密度プラズマ中の中性活性種は、電極間隔が小さいためにその分布を形成する機会が与えられず、すべての活性種が均一に分布し、大面積基板への成膜時にも膜厚、膜質の均一性が得られる。

#### 【0013】

【実施例】図1に本発明によるRF電極のシャワー供給面構造の一実施例を、図2にこの実施例によるシャワー供給面を有するRF電極を用いたRFプラズマCVD装置構成の一実施例を示す。

【0014】真空容器1の両壁には、被成膜基板2の搬入、搬出を行うための仕切り弁3a、3bが真空容器1に真空シール可能に取り付けられている。被成膜基板2は、真空容器1内に該真空容器の外部から図示されない駆動装置により上下動可能に設置された、ヒータを内蔵する基板台4の上面に接触して設置される。この基板台4と対向する対向面51をシャワー供給面とするRF電極5が、絶縁ブッシュ9を介して真空容器1に取り付けられ、かつRF電源6に接続されている。RF電極5には、さらに、シャワー供給面51の背面側に成膜用ガスを送り込むための絶縁材からなるガス供給管8が接続されている。なお、図中の符号7は、ガス供給管8を介してシャワー供給面51と基板2との対向空間に成膜用ガスが継続して供給されている状態で真空容器1内を0.5～1010rr範囲内の一定のガス圧に保つために、真空容器内のガスを所定の流量で排気する真空排気系である。

【0015】基板2への成膜時には、基板2が基板台4からの加熱により一定の温度になった後、成膜用ガスをRF電極5内へ送り込み、RF電極5のシャワー供給面51の孔を通してシャワー供給面51と基板2との対向空間に供給するとともにRF電極5にRF電源6から高周波電力を供給して成膜を行う。

【0016】ところで、RF電極5のシャワー供給面51の孔は、これを限られた面積内でできるだけ多く形成し、これにより放電形成空間（シャワー供給面51と基板2との対向空間）に所定のガス量を供給する際の孔の直径を小さくして、（課題を解決するための手段）の項で与えられた関係： $d < 0.4D$ 、 $d < 0.75p$ をより満足しやすくするために、図1に示すように、孔は正

三角形の頂点位置に配されている。ここで、 $d$ が孔の直径、 $D$ がシャワー供給面と基板との対向間隔、 $p$ が孔相互の中心間隔である。

【0017】シャワー供給面と基板との対向空間における放電状態が、孔の直径 $d$ と、シャワー供給面と基板との対向間隔 $D$ との組合わせにより、どのように変わるかを調べた実験結果を図3に示す。図中の○印は均一なグロー放電が形成されたことを示し、×印はフィラメント状アークが形成され、均一なグロー放電が得られなかったことを示す。この実験結果から、均一なグロー放電は、 $d=0.4D$ の直線より右側の領域において、すなわち $d<0.4D$ のときに得られることが分かる。

【0018】また、図4に孔の直径 $d$ と孔相互の中心間隔 $p$ との組合わせにより、放電状態がどのように変わるかを調べた実験結果を示す。この実験結果から、均一なグロー放電は、 $d=0.75p$ より右側の領域において、すなわち $d<0.75p$ のときに得られることがわかる。

【0019】図5に孔の直径 $d$ が、上述の条件： $d<0.4D$ 、 $d<0.75p$ を満たしている状態で、シャワー供給面と被成膜基板との間に形成されるプラズマの密度 $n_e$ がシャワー供給面と被成膜基板との対向間隔 $D$ とともにどのように変わるかを、ガス圧をパラメータとして調べた実験結果を示す。この実験結果から、プラズマ密度は、対向間隔 $D$ が等しい場合には、ガス圧にほぼ比例して変わることがわかる。また、間隔 $D$ が小さくなるにつれ、プラズマ密度は、ガス圧が一定の場合、対向間隔 $D$ にほぼ反比例して大きくなることがわかる。従って、対向間隔 $D$ を、従来の20～40mm範囲から、例えば20mm以下の範囲とし、均一なグロー放電が得られるように孔を形成した上でガス圧をあげることにより、従来と比べ、密度が顕著に高いプラズマを得ることができ、かつ中性活性種を含む活性種の分布を均一化することができる。ガス圧を、RF電極に供給されたRF電圧のもとで放電可能な最高圧力とすることにより、プラズマ密度は可能な極限値に達し、成膜速度が極限まで高められる。

#### 【0020】

【発明の効果】本発明においては、RFプラズマCVD装置を上述のように構成したので、以下に記載するような効果が得られる。

【0021】請求項1の装置では、両電極間に常に均一で安定したグロー放電を形成することができる。このため、同一のRF電源のもとで成膜用ガスの圧力をあげ、電極間隔を小さくして均一で安定したグロー放電を発生させることにより、高密度のプラズマ、従って高密度の活性種を得ることができ、装置の成膜速度をあげることができるとともに、その小さい電極間隔から、中性活性種の分布が形成されることなくすべての活性種が基板前面に均一に分布し、大面積基板に対しても膜厚、膜質が

均一な成膜が可能になる。また、電極間隔を小さくして安定な成膜が可能とすることから、気相での反応が少なくなり、この反応によって生成されたパーティクルが基板表面に粒の状態に乗ることによる、いわゆるパーティクル汚損が少なくなるという副次的効果も得ることができる。

【0022】請求項2の装置では、図5の実施例に示したように、ガス圧が同じ場合、同一のRF電源のもとでプラズマ密度は電極間隔に反比例し、また、電極間隔が等しい場合にはガス圧にほぼ比例するから、電極間隔を従来の20～40mm範囲から20mm以下の範囲内で、所要精度が維持できる孔径を考慮の上、できるだけ小さく、例えば5～15mm範囲内に設定してガス圧をあげることにより、従来と比べ、密度が顕著に高いプラズマを得ることができ、また、活性種が均一に分布して、成膜速度が向上し、膜厚および膜質が均一化される。

【0023】請求項3の装置では、孔の最小ピッチが一定の場合には、シャワー供給面に最も多くの孔を形成することができ、かつガス流が均一化される。また、これにより、所定のガス流量を得るのに孔径を小さくすることができ、均一なグロー放電が得られる電極間隔を小さくすることができるから、均一なプラズマの密度をさらにあげることができる。

【0024】そして、本発明の装置では、電極系が常に均一で安定したグロー放電が形成されるように構成されていることから、基板表面に薄膜を形成する際の薄膜形成方法として、請求項4に記載したように、電極間隔を可及的小さい値に保ち、かつ成膜用ガスの圧力を、RF電極に供給されるRF電圧のもとで放電可能な圧力として基板上に薄膜を形成する薄膜形成方法をとることにより、プラズマ形成空間（電極の対向空間）のプラズマ密度を高めることができ、成膜速度が高められる。しかも、このようにして得られた高密度プラズマ中の中性活性種は、電極間隔が小さいためにその分布を形成する機会が与えられず、すべての活性種が均一に分布し、大面積基板への成膜時にも膜厚、膜質の均一性が得られる。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施例によるRF電極のシャワー供給面の構造を示す図であって同図(a)は平面図、同図(b)は同図(a)のA-A線に沿う断面図

【図2】図2に示す構造のシャワー供給面を有するRF電極を備えたRFプラズマCVD装置構成の一実施例を示す縦断面図

【図3】RF電極のシャワー供給面の孔の直径と、該シャワー供給面と被成膜基板との間隔との組合わせによる放電状態の変化を示す線図

【図4】RF電極のシャワー供給面の孔の直径と孔相互の中心間隔との組合わせによる放電状態の変化を示す線図

【図5】RF電極のシャワー供給面と被成膜基板との間

(5)

(5)

8

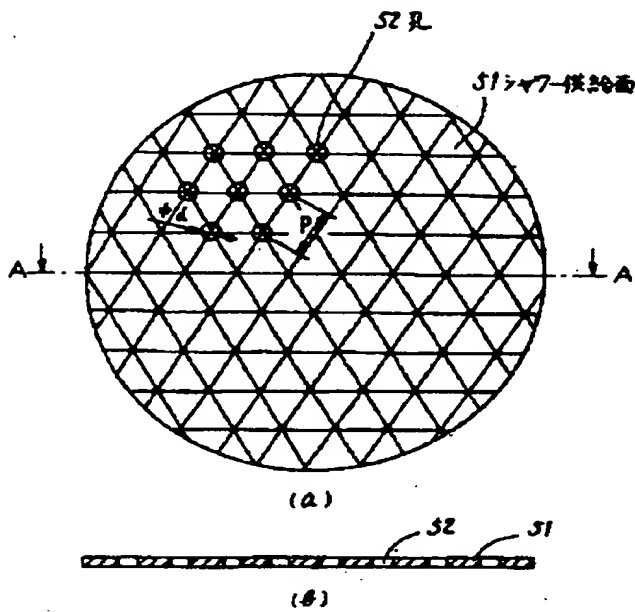
隔とプラズマ密度との関係をガス圧をパラメータとして示す線図

【符号の説明】

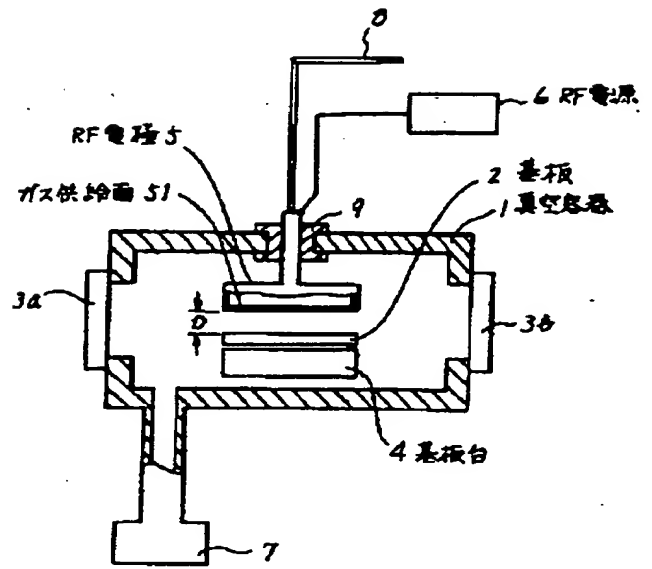
- 1 真空容器
- 2 基板（被成膜基板）

- 4 基板台
- 5 RF電極
- 6 RF電源
- 51 シャワー供給面
- 52 孔

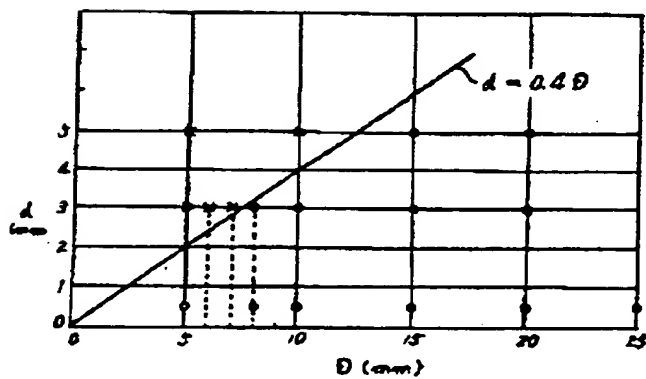
【図1】



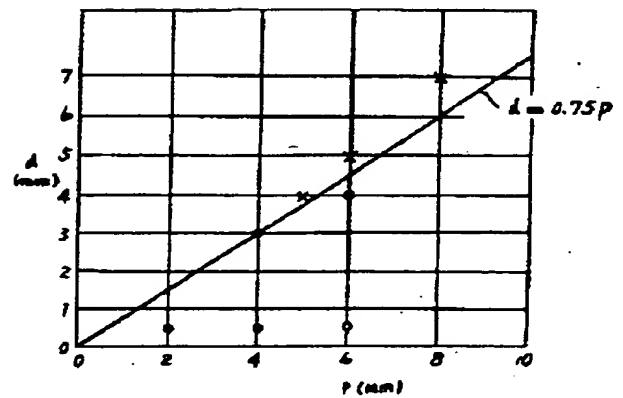
【図2】



【図3】



【図4】

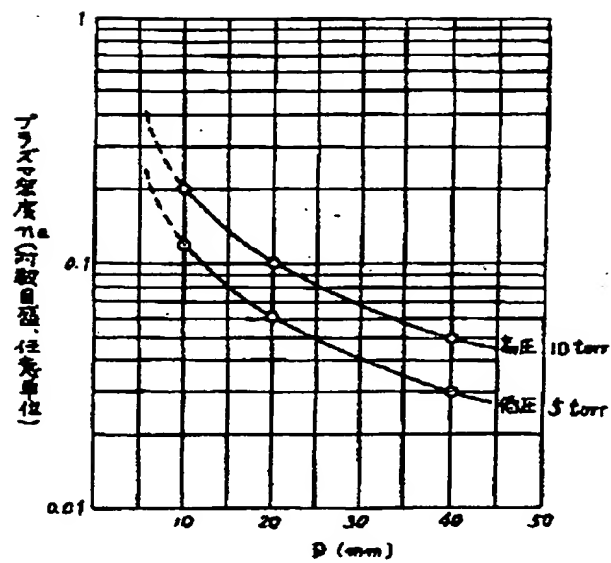


(6)

特開平4-211115

(6)

【図5】



フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 茂

神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

富士電機株式会社内